

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01B 9/02, 11/14, 11/30

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/44009

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

2. September 1999 (02.09.99)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT DE99/00433

(22) Internationales Anmeldedatum: 16. Februar 1999 (16.02.99)

(30) Prioritätsdaten:

198 08 273,8

27. Februar 1998 (27.02.98)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DRABAREK, Pawel [DE/DE]; Parkstrasse 16 5, D-75233 Tiefenbronn (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

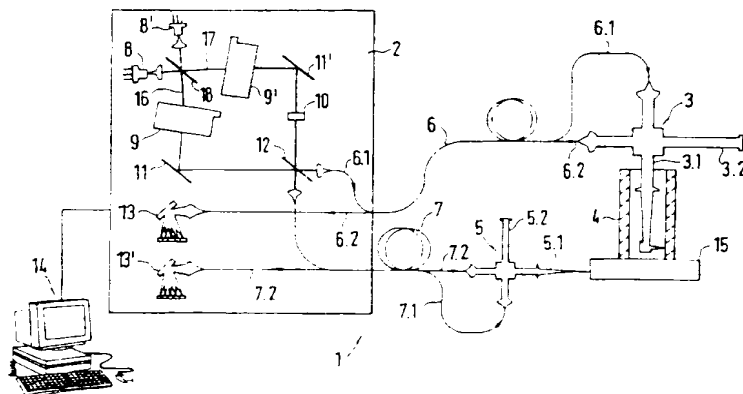
Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: INTERFEROMETRIC MEASURING DEVICE FOR DETERMINING THE PROFILE OR THE PITCH OF ESPECIALLY ROUGH SURFACES

(54) Bezeichnung: INTERFEROMETRISCHE MESSEINRICHTUNG ZUM ERFASSEN DER FORM ODER DES ABSTANDES INSBESONDERE RAUHER OBERFLÄCHEN



(57) Abstract

The invention relates to an interferometric measuring device (1) for determining the profile of rough surfaces. A spatially coherent beam generating unit is provided. Said unit emits temporally briefly coherent wideband radiation. The device is divided into a section with the components of a modulation interferometer (2) and a section with the components of a measuring probe (3). The measuring probe (3) is linked to the modulation interferometer (2) by an optical fibre system (6) and can be used at a distance from the modulation interferometer (2).

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf eine interferometrische Meßeinrichtung (1) zum Erfassen der Form rauher Oberflächen, wobei eine räumlich kohärente Strahlerzeugungseinheit vorgesehen ist, die eine zeitlich kurzkohärente und breitbandige Strahlung abgibt, und eine Trennung in einen Abschnitt mit den Komponenten eines Modulationsinterferometers (2) und den Komponenten einer Meßsonde (3) vorgenommen und die Meßsonde (3) über eine Lichtleitfaseranordnung (6) mit dem Modulationsinterferometer (2) gekoppelt ist und von dem Modulationsinterferometer (2) entfernt verwendbar ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Interferometrische Meßeinrichtung zum Erfassen der Form oder des Abstandes insbesondere rauher Oberflächen

5 Die Erfindung bezieht sich auf eine interferometrische Meßeinrichtung zum Erfassen der Form oder des Abstandes insbesondere rauher Oberflächen mit mindestens einer räumlich kohärenten Strahlerzeugungseinheit, deren Strahlung in einer Meßsonde in einen durch einen Meßreferenzzweig geführten und darin reflektierten Referenzmeßstrahl und in einen durch einen Meßzweig geführten
10 und an der rauhen Oberfläche reflektierten Meßstrahl aufgeteilt wird, mit einer Einrichtung zur Modulation der Licht-Phase oder zum Verschieben der Licht-Frequenz (Heterodynfrequenz) eines ersten Teilstrahls gegenüber der Licht-Phase oder der Licht-Frequenz eines zweiten Teilstrahls mit einer Überlagerungseinheit zum Überlagern des reflektierten Meßreferenzstrahls mit dem reflektierten Meß-
15 strahl, mit einer Strahlzerlegungs- und Strahlempfangseinheit zum Aufspalten der

überlagerten Strahlung auf zumindest zwei Strahlen mit unterschiedlichen Wellenlängen und Umwandeln der Strahlung in elektrische Signale und mit einer Auswerteeinrichtung, in der die Form bzw. der Abstand der rauen Oberfläche auf der Grundlage einer Phasendifferenz der elektrischen Signale bestimmbar ist.

Eine derartige interferometrische Meßeinrichtung ist in der EP 0 126 475 B1 als bekannt ausgewiesen. Bei dieser bekannten Meßeinrichtung werden raue Oberflächen eines Meßobjektes interferometrisch ausgemessen, wobei eine Strahlerzeugungseinheit mit Laserlichtquellen verwendet wird, die Licht unterschiedlicher Wellenlängen abgeben. Mittels eines Strahlteilers wird das Laserlicht in einen Referenzstrahl eines Referenzstrahlengangs und einen Meßstrahl eines Meßstrahlengangs aufgeteilt. Der Meßstrahlengang trifft auf die zu vermessende Oberfläche, während der Referenzstrahlengang an einer Referenzfläche z.B. in Form eines Spiegels reflektiert wird. Das von der Oberfläche und der Referenzfläche reflektierte Licht wird im Strahlteiler vereinigt und mit Hilfe einer Linse in eine Interferogrammebene fokussiert, in der ein Speckle-Muster auftritt. Dieses Speckle-Muster wird zur Bestimmung der Oberflächenform ausgewertet, wobei eine Phasendifferenz der Interferogrammphasen im Meßpunkt bestimmt wird. Zur Vereinfachung der Auswertung wird ein Heterodyn-Verfahren angewendet, wobei die Frequenz des Referenzstrahles um eine Heterodynfrequenz mittels einer Frequenzverschiebungseinrichtung im Referenzstrahlengang gegenüber der Frequenz des Meßstrahles verschoben wird. Mit dieser Meßeinrichtung können Oberflächenformen fein aufgelöst werden. Das Laserlicht mit unterschiedlichen, diskreten Wellenlängen kann entweder mit einzelnen Laserlichtquellen erzeugt werden, wie z.B. Argon-Laser. Derartige Laserlichtquellen sind relativ teuer. Halbleitlaser mit mehreren unterschiedlichen diskreten Wellenlängen (Moden) da-

gegen sind für derartige interferometrische Messungen ungünstig wegen der mangelnden Stabilität und damit verbundenen Wellenlängenverschiebung. Oder es können mehrere Laserlichtquellen, wie Laserdioden verwendet werden, um die verschiedenen diskreten Wellenlängen zu erzeugen. Dabei ist es technisch aufwendig, die räumliche Kohärenz der aus den verschiedenen Wellenlängen zusammengesetzten Strahlung zu erzeugen. Außerdem ist bei derartigen Laserdioden die Instabilität der einzelnen diskreten Wellenlängen besonders ungünstig. Damit zusammenhängend ist es auch aufwendig mehrere verschiedene diskrete Wellenlängen zur Verfügung zu stellen.

Bei Verwendung von Laserlicht zur Erzeugung der diskreten Wellenlängen ist es auch schwierig, den gewünschten Abstand zwischen Meßsonde und Oberfläche genau einzustellen (Autofokusfunktion). Der Aufbau mit der Laserlichtquelle macht es ferner schwierig, den Meßteil als gut handhabbare Einheit auszubilden, die z.B. anstatt eines mechanischen Tasters einer Meßmaschine eingesetzt werden kann.

Eine weitere interferometrische Meßeinrichtung ist in der DE 39 06 118 A1 angegeben, bei der zwischen mehreren Laserlichtquellen und einem Meßabschnitt Lichtleitfasern vorgesehen sind. Auch hierbei wird zum Bestimmen der Oberflächenstrukturen eine Phasendifferenz ausgewertet. Hinsichtlich der Handhabung an schwer zugänglichen Stellen ist auch dieser bekannte Aufbau ungünstig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine heterodyn- oder phaseninterferometrische Meßeinrichtung der eingangs angegebenen Art bereitzustellen, mit der bei einfacher Handhabung und einfachem Aufbau auch an verhältnismäßig schwer zugänglichen Oberflächen, wie z.B. kleinen Bohrungen, unter Fertigungs-

bedingungen sehr genaue Messungen der Oberflächenform bzw. des Oberflächenabstandes möglich sind.

5

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Hiernach ist vorgesehen, daß die von der Strahlerzeugungseinheit abgegebene Strahlung zeitlich kurzkohärent und breitbandig ist.

10

Es hat sich überraschend gezeigt, daß die zeitlich kurzkohärenten und breitbandigen Strahlerzeugungseinheiten mit gleichzeitig hoher räumlicher Kohärenz als Lichtquelle einer heterodyn-interferometrischen Meßeinrichtung insbesondere in Verbindung mit der Messung an rauen Oberflächen nicht nur gut geeignet sind, sondern gegenüber Laserlichtquellen erhebliche Vorteile bringen. Die räum-

15

liche Kohärenz der Strahlung ist durch die Lichtquelle von Hause aus gegeben. Instabilitäten der spektralen Strahlungsverteilung der Lichtquelle wirken sich bei der Messung praktisch nicht aus, da mittels der Strahlerlegungseinheit (z.B. Gitter) und der zugeordneten Strahlempfangseinheit stets nicht nur einzelne

20

festе Wellenlängen aus dem kontinuierlichen Spektrum stabil ausgewählt werden, sondern insbesondere auch deren für die genaue, eindeutige Auswertung wichtige Differenz stabil beibehalten wird. Intensitätsänderungen der Wellenlängen bei Instabilitäten wirken sich wegen der Heterodyntechnik nicht aus, da dabei lediglich die Phasen eine Rolle spielen. Durch die zeitlich kurzkohärente Strahlung kann eine Autofokusfunktion sehr einfach realisiert werden, da das

25

Heterodynsignal nur für einen bestimmten Abstandsbereich zwischen Meßteil und Oberfläche, der durch die kurze Kohärenzlänge bedingt ist, vorhanden ist.

30

Ferner bringt die kurze zeitliche Kohärenzlänge den Vorteil, daß das gesamte Meßsystem auf einfache Weise mittels Kohärenzmultiplex in ein die aktiven Komponenten beinhaltendes Modulationsinterferometer und einen davon räumlich z.B. über Lichtleiter getrennten, als Meßsonde ausgebildeten kleinen und ro-

busten, leicht handhabbaren Meßteil aufgeteilt werden kann. Vorteile Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

5

Die Ansprüche 3, 4 und 5 geben dabei einen für den Einsatz bei der Fertigung günstigen Aufbau wieder. Bei dem Mach-Zehnder-Aufbau wird durch die beiden in beiden Teilstrahlengängen angeordneten akustooptischen Modulatoren die Differenz der Winkeldispersion minimiert.

10

Ist vorgesehen, daß die Strahlerzeugungseinheit eine kurzkohärente, breitbandige Zusatzlichtquelle aufweist, die zur Lichtverstärkung oder als Ersatzlichtquelle betreibbar ist, so kann bei gleichzeitiger Verwendung der beiden Lichtquellen die Lichtstärke erhöht werden. Alternativ kann die Zusatz-Licht-

15

quelle als Ersatzlichtquelle bei Ausfall der anderen Lichtquelle verwendet werden.

Die Maßnahmen, daß zur Frequenzverschiebung des ersten Teilstrahls gegenüber dem zweiten Teilstrahl in dem Strahlengang des zweiten Teilstrahls eine zusätzliche Einrichtung zur Frequenzverschiebung angeordnet ist und daß die Einrichtung und die zusätzliche Einrichtung zur Frequenzverschiebung akustooptische Modulatoren sind, sind geeignet, eine kleine Winkeldispersion zu erreichen. Einem Meßfehler durch Temperaturdrift und einer damit verbundenen Brechzahländerung eines akustooptischen Modulators, die zu einer ungewollten Phasenverschiebung führt, wird durch die Anordnung der Modulatoren in beiden

20

25

Strahlengängen entgegengewirkt.

Für den Aufbau und die Auswertung sind weiterhin die Maßnahmen günstig, daß die Strahlerlegungs- und Strahlempfangseinheit ein Spektralapparat mit nachgeschalteter Photodetektormatrix ist und daß die Strahlerlegungs- und Strahlempfangseinheit ebenfalls in der Baueinheit untergebracht und über die Lichtleiteranordnung mit der Meßsonde gekoppelt sind.

30

Der Aufbau und die Auswertung werden weiterhin dadurch begünstigt, daß die Meßsonde mit dem Meßzweig, dem Meßreferenzzweig und einem Strahlteiler der Meßsonde als Michelson- oder Mirau-Interferometer ausgebildet sind, und daß eine in dem Meßzweig und in dem Meßreferenzzweig erzeugte optische Wegdifferenz die mittels des Verzögerungselementes erzeugte optische Wegdifferenz aufhebt.

Ist vorgesehen, daß von dem zweiten Strahlteiler ausgehend ein weiterer Strahlengang gebildet ist, der zu einer Bezugssonde mit einem Bezugssonden-Referenzarm und einem Bezugssonden-Meßarm führt, daß in der Baueinheit eine weitere Strahlerlegungs- und Strahlempfangseinheit vorgesehen ist, und daß die Baueinheit über eine weitere Lichtleitfaseranordnung mit der Referenzsonde gekoppelt ist, so kann mittels der Bezugssonde ein Drehtisch-Fehler kompensiert werden, der zum Bewegen des Meßobjektes mit der zu messenden Oberflächenstruktur verwendet wird. Ferner kann die Bezugssonde zum Kompensieren einer z.B. durch Temperatur verursachten Drift des in der Baueinheit vorgesehenen Modulationsinterferometers herangezogen werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Die Fig. zeigt eine Anordnung der wesentlichen Komponenten einer interferometrischen Meßeinrichtung zum Erfassen der Form rauher Oberflächen in schematischer Darstellung.

Die interferometrische Meßanordnung ist in zwei Abschnitte aufgeteilt, wovon die eine als Baueinheit 2 in Form eines Modulationsinterferometers ausgebildet ist, während der andere Abschnitt eine Meßsonde 3, mit der ein auf einem Drehtisch 15 befindliches Meßobjekt 4 mit einer zu messenden rauhen Oberfläche abgetastet wird, sowie eine Bezugssonde 5 umfaßt. Die Meßsonde 3 ist über

eine Lichtleitfaseranordnung 6 mit dem Modulationsinterferometer 2 gekoppelt, während die Meßsonde 5 über eine weitere Lichtleitfaseranordnung 7 mit dem
5 Modulationsinterferometer 2 verbunden ist. Das Modulationsinterferometer 2 in Form der Baueinheit 2 ist vorliegend als Mach-Zehnder Interferometer aufgebaut und weist die aktiven Komponenten auf, nämlich eine Lichtquelle 8 und eine zusätzliche Lichtquelle 8', in den Strahlengängen eines ersten Teilstrahls 16 und eines zweiten Teilstrahls 17 angeordnete akustooptische Modulatoren 9 bzw. 9'
10 sowie zwei Photodetektormatrizen, die Teil einer Strahlzerlegungs- und Strahl-empfangseinheit 13 bzw. einer zusätzlichen Strahlzerlegungs- und Strahl-empfangseinheit 13' sind. Denkbar ist auch ein Aufbau als Michelson-Interferometer. Das Modulationsinterferometer 2 ist z.B. in einem klimatisierten, schwingungsisolierenden Gehäuse eingebaut.

15 Die Lichtquelle 8 und die zusätzliche Lichtquelle 8', z.B. Superlumineszenz-dioden, sind kurzkohärente breitbandige Lichtquellen mit einer kontinuierlichen Strahlungsverteilung einer Vielzahl unterschiedlicher Wellenlängen. Das Licht der Lichtquelle 8 und das Licht der Lichtquelle 8' wird kollimiert und in den ersten
20 Teilstrahl 16 und den zweiten Teilstrahl 17 mittels eines ersten Strahlteilers 18 aufgeteilt, wobei sich die Lichtquelle 8 und die zusätzliche Lichtquelle 8' auf verschiedenen Seiten des Strahlteilers 18 befinden. Die zusätzliche Lichtquelle 8' kann als vorjustierte Ersatzquelle oder zur Verstärkung der gesamten Lichtstärke eingesetzt werden. Die beiden Teilstrahlen 16, 17 werden mit Hilfe der
25 beiden akustooptischen Modulatoren 9 bzw. 9' gegenseitig in der Frequenz verschoben. Die Frequenzdifferenz beträgt z.B. einige kHz. In dem einen Arm des z.B. als Mach-Zehnder-Interferometer oder Michelson-Interferometer aufgebauten Modulationsinterferometer 2 ist im Strahlengang hinter dem akustooptischen Modulator 9' und einem anschließenden Ablenkspiegel 11' ein Verzögerungs-
30 element 10 z.B. in Form einer planparallelen Glasplatte eingesetzt, das eine Dif-

ferenz der optischen Weglängen der beiden Teilstrahlen 16, 17, die länger als die Kohärenzlänge der Lichtquelle 8 bzw. 8' ist, erzwingt. In dem Arm des Modulationsinterferometers 2 mit dem ersten Teilstrahl 16 ist hinter dem akustooptischen Modulator 9 ebenfalls ein Ablenkspiegel 11 angeordnet, von dem das Licht auf einen zweiten Strahlteiler 12 gelenkt wird. Die beiden Teilstrahlen 16, 17 werden in dem zweiten Strahlteiler 12 überlagert und in eine oder zwei Monomode-Lichtleiteranordnung/en eingekoppelt. Aufgrund der mittels des Verzögerungselements 10 bewirkten optischen Wegdifferenz interferieren die beiden Teilstrahlen 16, 17 nicht. Das Licht wird über die Licht-Leitfaseranordnung 6 zu der Meßsonde 3 und über die weitere Licht-Leitfaseranordnung 7 zu der Bezugs-sonde 5 geführt und dort ausgekoppelt. Die Meßsonde 3 bzw. die Bezugs-sonde 5 sind z.B. in Form eines Michelson- oder Mirau-Interferometers so aufgebaut, daß die optische Wegdifferenz der überlagerten Strahlen eines Meßzweiges 3.1 und Referenzzweiges 3.2 der Meßsonde 3 bzw. eines Bezugs-sonden-Referenz-armes 5.1 und eines Bezugs-sonden-Meßarmes 5.2 der optischen Wegdifferenz der beiden Teilstrahlen 16, 17 des Modulations-Interferometers 2 entspricht. In der Fig. sind die Meßsonde 3 und die Bezugs-sonde 5 als Michelson-Interferometer abgebildet.

Der durch den Meßzweig 3.1 verlaufende Meßstrahl wird mittels einer optischen Anordnung auf die zu vermessende Oberfläche des Meßobjektes 4 fokussiert. Das von der Oberfläche reflektierte Licht wird dem in dem Referenzzweig 3.2 an einem reflektierenden Element zurückgeführten Referenzstrahl überlagert und in eine zu der Strahlzerlegungs- und Strahlempfangseinheit 13 führende Lichtleiterfaser eingekoppelt. Aufgrund des Wegdifferenzausgleichs können die Lichtstrahlen interferieren. Entsprechend wird das Licht des Bezugs-sonden-Meßarms 5.1 mit dem Licht des Bezugs-sonden-Referenzarmes 5.2 überlagert und der weiteren

Strahlzerlegungs- und Strahlempfangseinheit 13' über die weitere Lichtleitfaseranordnung 7 über einen entsprechenden abführenden Zweig der weiteren Lichtleitfaseranordnung 7 zugeführt.

Aufgrund des Wegdifferenzenausgleichs in der Meßsonde 3 bzw. der Bezugssonde 5 können die Lichtstrahlen interferieren. Die Lichtphasen-Differenz, die mittels des Heterodyn-Verfahrens in Verbindung mit den akustooptischen Modulatoren einfach auswertbar gemacht wird, beinhaltet Informationen über den Abstand zu der zu messenden Oberfläche des Meßobjektes 4 und damit über deren Oberflächenstruktur. Das von der Meßsonde 3 bzw. der Bezugssonde 5 in das Modulationsinterferometer 2 zurückgeleitete Licht wird aus der Lichtleitfaseranordnung 6 bzw. der weiteren Lichtleitfaseranordnung 7 ausgekoppelt, mit Hilfe eines Spektralelementes (z.B. Gitter oder Prisma) der Strahlzerlegungs- und Strahlempfangseinheit 13 bzw. weiteren Strahlzerlegungs- und Strahlempfangseinheit 13' in mehrere Farben bzw. Wellenlängen zerlegt und auf die Photodetektormatrix fokussiert. Jeder Photodetektor liefert ein elektrisches Signal mit der durch die akustooptischen Modulatoren 9, 9' erzeugten Differenzfrequenz und einer Phase φ_n , die mit der Oberflächenstruktur bzw. dem Abstand zum Meßobjekt mit der Meßgröße ΔL (Formabweichung, Rauigkeit) und der zugehörigen Wellenlänge λ_n gemäß der Beziehung

$$\varphi_n = (2 \pi \lambda_n) \Delta L \cdot 2$$

zusammenhängt. Die Auswertung erfolgt auf der Grundlage einer Differenzbildung zwischen den Phasen der Signale unterschiedlicher Photodetektoren.

Durch die Vermessung der Phasendifferenzen der Signale mehrerer Photodetektoren (Mehrwellenlängen-Heterodyn-Interferometrie, vgl. die eingangs genannte

Druckschrift mit weiteren Nachweisen) läßt sich die Meßgröße ΔL , die größer als
einzelne Lichtwellenlängen sein darf, in einer Auswerteeinrichtung, beispiels-
weise in Form eines Rechners 14, eindeutig bestimmen.

Mit dem beschriebenen Aufbau der interferometrischen Meßvorrichtung 1 wird
eine vorteilhafte Trennung in einen Abschnitt mit der leicht handhabbaren
Meßsonde 3 bzw. Bezugssonde 5 einerseits und einen Abschnitt mit den relativ
empfindlichen Komponenten des Modulations-Interferometers 2 und der Auswer-
teeinrichtung erzielt. Die kurzkohärente, breitbandige Lichtquelle 8 bzw. 8' führt
zur einfachen Bereitstellung mehrerer stabiler Strahlungsanteile unterschiedlicher
Wellenlängen und zur verbesserten, eindeutigen Auswertung von Formabweichungen,
die auch Vielfache einer Wellenlänge betragen können.

Ansprüche

1. Interferometrische Meßeinrichtung (1) zum Erfassen der Form oder des Abstandes insbesondere rauner Oberflächen mit mindestens einer räumlich kohärenten Strahlerzeugungseinheit (8, 8'), deren Strahlung in einer Meßsonde (3) in einen durch einen Meßreferenzzweig (3.2) geführten und darin reflektierten Referenzmeßstrahl und in einen durch einen Meßzweig (3.1) geführten und an der rauhen Oberfläche reflektierten Meßstrahl aufgeteilt wird, mit einer Einrichtung (9) zur Modulation der Licht-Phase oder zum Verschieben der Licht-Frequenz (Heterodynfrequenz) eines ersten Teilstrahls (16) gegenüber der Licht-Phase oder der Licht-Frequenz eines zweiten Teilstrahls (17) mit einer Überlagerungseinheit zum Überlagern des reflektierten Meßreferenzstrahls mit dem reflektierten Meßstrahl, mit einer Strahlerlegungs- und Strahlempfangseinheit (13) zum Aufspalten der überlagerten Strahlung auf zumindest zwei Strahlen mit unterschiedlichen Wellenlängen und Umwandeln der Strahlung in elektrische Signale und mit einer Auswerteeinrichtung (14), in der die Form bzw. der Abstand der rauhen Oberfläche auf der Grundlage einer Phasendifferenz der elektrischen Signale bestimmbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Strahlerzeugungseinheit (8, 8') abgegebene Strahlung zeitlich kurzkohärent und breitbandig ist.

2. Meßeinrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Strahlerzeugungseinheit (8, 8') eine die zeitlich kurzkohärente und
breitbandige Strahlung abgebende Lichtquelle ist.
3. Meßeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Strahlerzeugungseinheit (8, 8'), ein Strahlteiler zum Bilden des er-
sten und zweiten Teilstrahls (16, 17) und die Einrichtung (9) zur
Phasenmodulation oder Frequenzverschiebung in einer von der Meßsonde
(3) räumlich beabstandeten, als Modulationsinterferometer ausgebildeten
Baueinheit (2) angeordnet sind, und
daß in der Baueinheit (2) in dem Strahlengang eines Teilstrahls ein Verzö-
gerungselement (10) angeordnet ist, das eine Differenz der optischen
Weglängen der beiden Teilstrahlen (16, 17) ergibt, die länger als die Kohä-
renzlänge der von der Strahlungserzeugungseinheit (8, 8') abgegebenen
Strahlung ist.
4. Meßeinrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Baueinheit (2) und die Meßsonde (3) mittels einer Lichtleiteran-
ordnung (6) miteinander gekoppelt sind.
5. Meßeinrichtung nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Baueinheit (2) einen ersten Strahlteiler (18) zum Bilden des ersten
und zweiten Teilstrahls (16, 17) und einen zweiten Strahlteiler, dem der

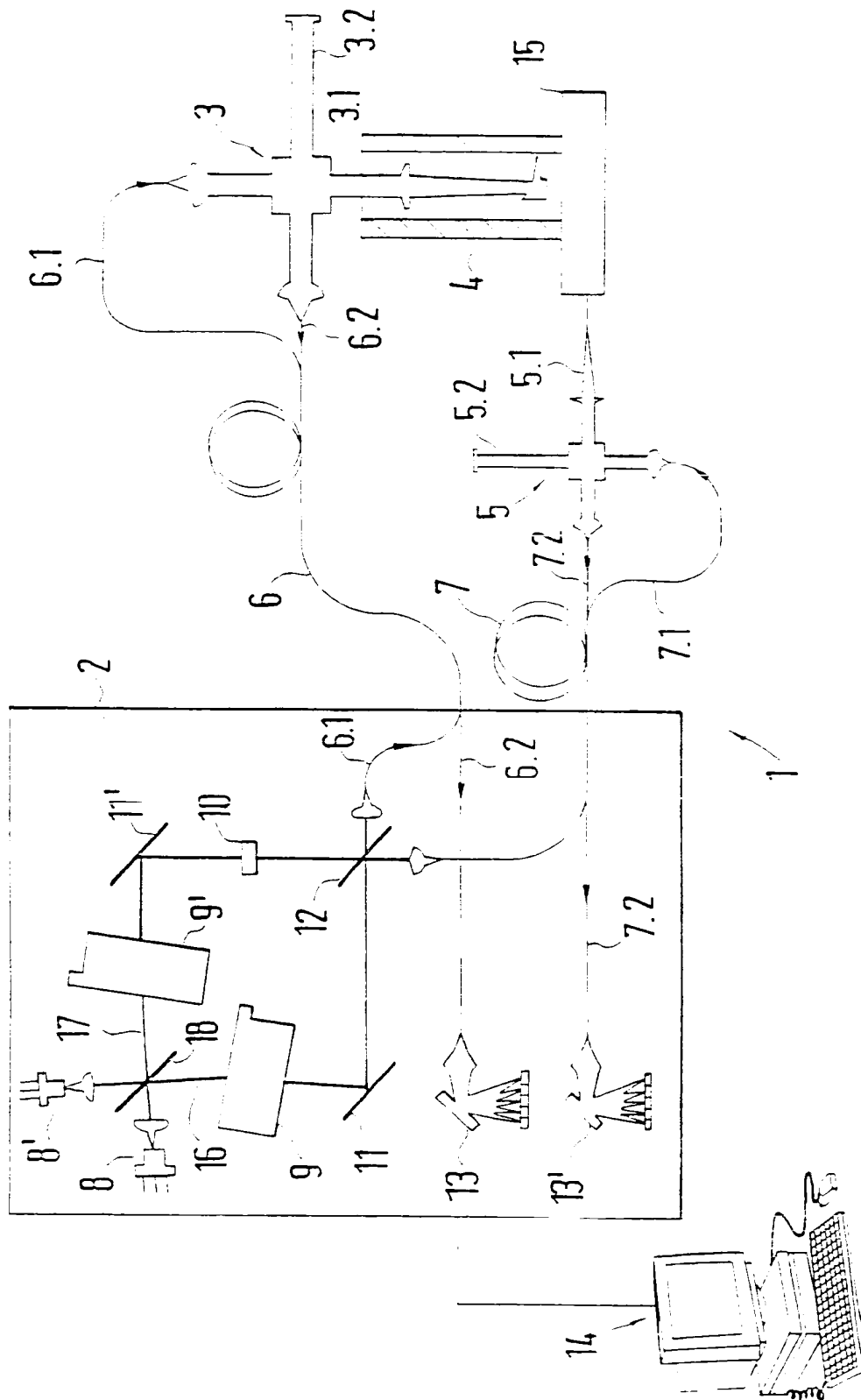
erste und der zweite Teilstrahl (16, 17) zugeführt werden und an den beiden Teilstrahlen (16, 17) überlagert werden und der den zur Meßsonde (3) geführten Strahl weiterleitet, aufweist (Mach-Zehnder-Interferometer).

- 5 6. Meßeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Strahlerzeugungseinheit (8, 8') eine zeitlich kurzkohärente,
10 breitbandige und räumlich kohärente Zusatzlichtquelle (8') aufweist, die zur Lichtverstärkung oder als Ersatzlichtquelle betreibbar ist.
7. Meßeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß zur Frequenzverschiebung des ersten Teilstrahls (16) gegenüber dem zweiten Teilstrahl (17) in dem Strahlengang eines der beiden Teilstrahlen (16, 17) eine zusätzliche Einrichtung (9') zur Frequenzverschiebung angeordnet ist und
daß die Einrichtung (9) und die zusätzliche Einrichtung (9') zur Frequenzverschiebung akustooptische Modulatoren sind.
20
8. Meßeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Strahlzerlegungs- und Strahlempfangseinheit (13) ein Spektralapparat zur Aufspaltung des Lichts in mehrere Wellenlängen und eine nachgeschaltete Photodetektormatrix zum selektiven Empfang dieser Wellenlängen ist,
25 daß die Strahlzerlegungs- und Strahlempfangseinheit (13) ebenfalls in der Baueinheit (2) untergebracht ist,
daß die Strahlungszerlegungs- und die Strahlenempfangseinheit (13) über
30 die Lichtleitfaseranordnung (6) mit der Meßsonde (3) gekoppelt ist und

daß die Phasendifferenzen von Signalen von einzelnen Detektoren der Photodetektormatrix zur Bestimmung der Form oder des Abstands der Meßoberfläche verwendet werden.

9. Meßeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßsonde (3) mit dem Meßzweig (3.1) dem Meßreferenzzweig (3.2) und einem Strahlteiler der Meßsonde (3) als Michelson- oder Mirau-Interferometer ausgebildet sind, und daß eine in dem Meßzweig (3.1) und in dem Meßreferenzzweig (3.2) erzeugte optische Wegdifferenz die mittels des Verzögerungselementes (10) erzeugte optische Wegdifferenz aufhebt.
10. Meßeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß von dem zweiten Strahlteiler (12) ausgehend ein weiterer Strahlengang gebildet ist, der zu einer Bezugssonde (5) mit einem Bezugssonden-Referenzarm (5.2) und einem Bezugssonden-Meßarm (5.1) führt, daß in der Baueinheit (2) eine weitere Strahlizerlegungs- und Strahlempfangseinheit (13') vorgesehen sind, und daß die Baueinheit (2) über eine weitere Lichtleitfaseranordnung (7) mit der Referenzsonde (5) gekoppelt ist.
11. Verwendung der Meßeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung für die Innengeometrie-Vermessung an Bohrungen eingesetzt wird.

1/1





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE 99/00433

A CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G 01 B 9/02, G 01 B 11/14, G 01 B 11/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G 01 B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
A	EP 0126475 B1 (CARL ZEISS) 15. March 1989, sited in the description	1
	--	
A	DE 3906118 A1 (ROBERT BOSCH) 30. August 1990, sited in the description	1
	--	
A	DE 4404663 A1 (STIFTUNG) 17. August 1995.	1
	--	
A	WO 92/10719 A1 (OMETRON) 25. June 1992.	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 June 1999

Date of mailing of the international search report

22.07.99

Name and mailing address of the ISA/

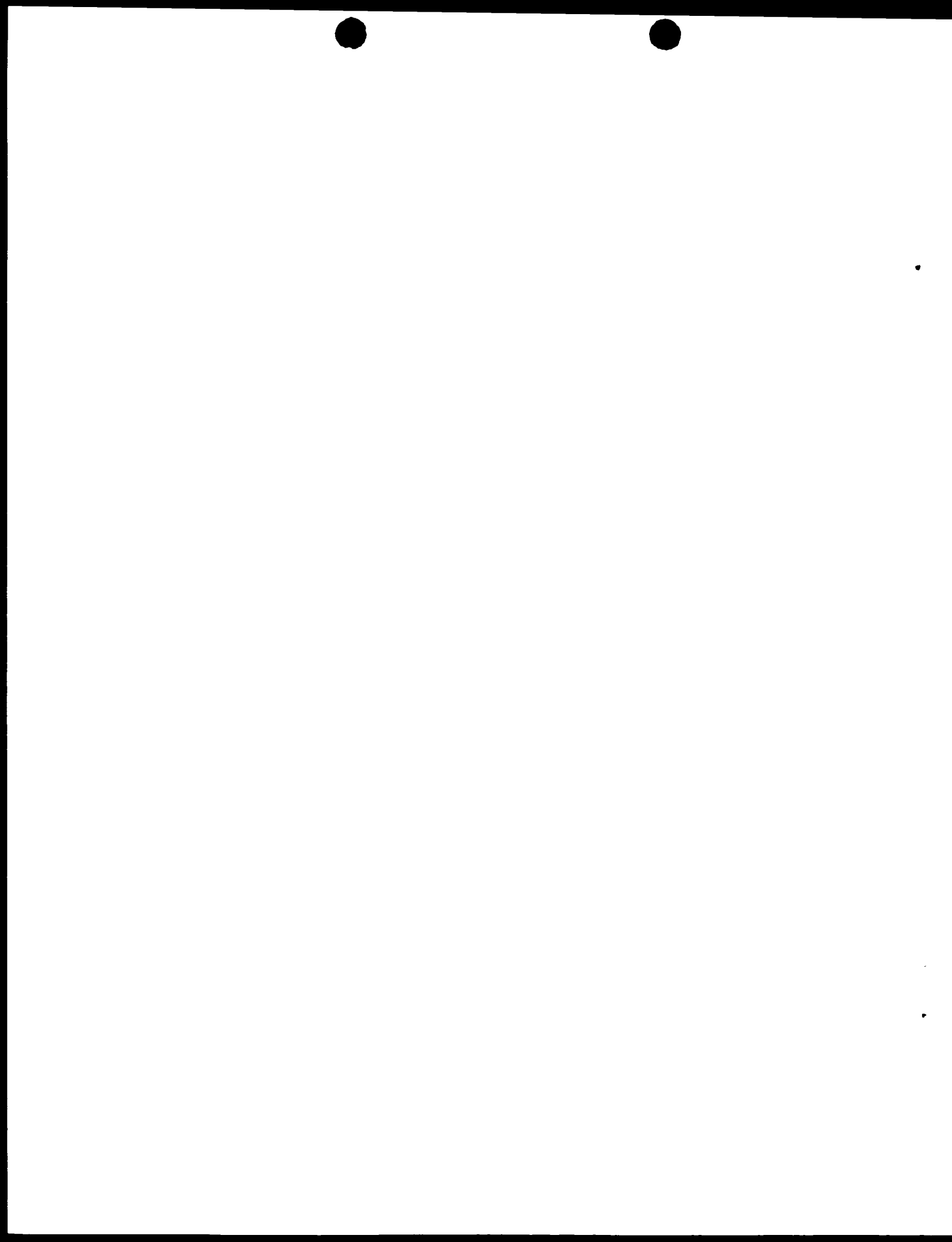
European Patent Office

Facsimile No

Authorized officer

NARDAI e.h.

Telephone No



INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Aktenzeichen

PCT/DE 99/00433

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

G 01 B 9/02, G 01 B 11/14, G 01 B 11/30

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK 6

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G 01 B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
-----------	--	--------------------

A	EP 0126475 B1 (CARL ZEISS) 15. März 1989, in der Beschreibung genannt.	1
A	DE 3906118 A1 (ROBERT BOSCH) 30. August 1990. in der Beschreibung genannt.	1
A	DE 4404663 A1 (STIFTUNG) 17. August 1995.	1
A	WO 92/10719 A1 (OMETRON) 25. Juni 1992.	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☐ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

B älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

C Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

D Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

E Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindungsgemäßer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungsgemäßer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum der Abmilderung der internationalen Recherche

23 Juni 1999

Abmeldedatum des internationalen Recherchenberichts

22. 07. 99

Name und Postfach der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.O. Box 1, Patentstr. 1
D-83446 München
Tel. + 49 (0) 89 340 2040, Fax + 49 (0) 89 340 3016

Bevollmächtigter Bevollmächtigter

NARDAI e.h.

zum internationalen Recherchen-
bericht über die internationale
Patentanmeldung Nr.

zum internationalen Recherchen-
bericht über die internationale
Patentanmeldung Nr.

to the International Search Report to the International Patent Application No.

to the International Search Report to the International Patent Application No.

au rapport de recherche inter-
national relatif à la ~~demande de~~ brevet
international n°

au rapport de recherche inter-
national relatif à la ~~demande de~~ brevet
international n°

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der 10 oben genannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben. Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The Office is in no way liable for these particulars which are given merely for the purpose of information.

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents de brevets cités dans le rapport de recherche international visé ci-dessus. Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office.

le Recherchenbericht angeführtes Patentdokument Patent document cited in search report Document de brevet cité dans le rapport de recherche		Datum der Veröffentlichung Publication date Date de publication	Mitglied(er) der Patentfamilie Patent family member(s) Membre(s) de la famille de brevets	Datum der Veröffentlichung Publication date Date de publication
EP A1	126475	15-07-1989	A1 7338676 A2 7478676 A3 7578676 A4 7678676 A5 7778676 A6 7878676 A7 7978676 A8 8078676 A9 8178676 A10 8278676 A11 8378676 A12 8478676 A13 8578676 A14 8678676 A15 8778676 A16 8878676 A17 8978676 A18 9078676 A19 9178676 A20 9278676 A21 9378676 A22 9478676 A23 9578676 A24 9678676 A25 9778676 A26 9878676 A27 9978676 A28 10078676 A29 10178676 A30 10278676 A31 10378676 A32 10478676 A33 10578676 A34 10678676 A35 10778676 A36 10878676 A37 10978676 A38 11078676 A39 11178676 A40 11278676 A41 11378676 A42 11478676 A43 11578676 A44 11678676 A45 11778676 A46 11878676 A47 11978676 A48 12078676 A49 12178676 A50 12278676 A51 12378676 A52 12478676 A53 12578676 A54 12678676 A55 12778676 A56 12878676 A57 12978676 A58 13078676 A59 13178676 A60 13278676 A61 13378676 A62 13478676 A63 13578676 A64 13678676 A65 13778676 A66 13878676 A67 13978676 A68 14078676 A69 14178676 A70 14278676 A71 14378676 A72 14478676 A73 14578676 A74 14678676 A75 14778676 A76 14878676 A77 14978676 A78 15078676 A79 15178676 A80 15278676 A81 15378676 A82 15478676 A83 15578676 A84 15678676 A85 15778676 A86 15878676 A87 15978676 A88 16078676 A89 16178676 A90 16278676 A91 16378676 A92 16478676 A93 16578676 A94 16678676 A95 16778676 A96 16878676 A97 16978676 A98 17078676 A99 17178676 A100 17278676 A101 17378676 A102 17478676 A103 17578676 A104 17678676 A105 17778676 A106 17878676 A107 17978676 A108 18078676 A109 18178676 A110 18278676 A111 18378676 A112 18478676 A113 18578676 A114 18678676 A115 18778676 A116 18878676 A117 18978676 A118 19078676 A119 19178676 A120 19278676 A121 19378676 A122 19478676 A123 19578676 A124 19678676 A125 19778676 A126 19878676 A127 19978676 A128 20078676 A129 20178676 A130 20278676 A131 20378676 A132 20478676 A133 20578676 A134 20678676 A135 20778676 A136 20878676 A137 20978676 A138 21078676 A139 21178676 A140 21278676 A141 21378676 A142 21478676 A143 21578676 A144 21678676 A145 21778676 A146 21878676 A147 21978676 A148 22078676 A149 22178676 A150 22278676 A151 22378676 A152 22478676 A153 22578676 A154 22678676 A155 22778676 A156 22878676 A157 22978676 A158 23078676 A159 23178676 A160 23278676 A161 23378676 A162 23478676 A163 23578676 A164 23678676 A165 23778676 A166 23878676 A167 23978676 A168 24078676 A169 24178676 A170 24278676 A171 24378676 A172 24478676 A173 24578676 A174 24678676 A175 24778676 A176 24878676 A177 24978676 A178 25078676 A179 25178676 A180 25278676 A181 25378676 A182 25478676 A183 25578676 A184 25678676 A185 25778676 A186 25878676 A187 25978676 A188 26078676 A189 26178676 A190 26278676 A191 26378676 A192 26478676 A193 26578676 A194 26678676 A195 26778676 A196 26878676 A197 26978676 A198 27078676 A199 27178676 A200 27278676 A201 27378676 A202 27478676 A203 27578676 A204 27678676 A205 27778676 A206 27878676 A207 27978676 A208 28078676 A209 28178676 A210 28278676 A211 28378676 A212 28478676 A213 28578676 A214 28678676 A215 28778676 A216 28878676 A217 28978676 A218 29078676 A219 29178676 A220 29278676 A221 29378676 A222 29478676 A223 29578676 A224 29678676 A225 29778676 A226 29878676 A227 29978676 A228 30078676 A229 30178676 A230 30278676 A231 30378676 A232 30478676 A233 30578676 A234 30678676 A235 30778676 A236 30878676 A237 30978676 A238 31078676 A239 31178676 A240 31278676 A241 31378676 A242 31478676 A243 31578676 A244 31678676 A245 31778676 A246 31878676 A247 31978676 A248 32078676 A249 32178676 A250 32278676 A251 32378676 A252 32478676 A253 32578676 A254 32678676 A255 32778676 A256 32878676 A257 32978676 A258 33078676 A259 33178676 A260 33278676 A261 33378676 A262 33478676 A263 33578676 A264 33678676 A265 33778676 A266 33878676 A267 33978676 A268 34078676 A269 34178676 A270 34278676 A271 34378676 A272 34478676 A273 34578676 A274 34678676 A275 34778676 A276 34878676 A277 34978676 A278 35078676 A279 35178676 A280 35278676 A281 35378676 A282 35478676 A283 35578676 A284 35678676 A285 35778676 A286 35878676 A287 35978676 A288 36078676 A289 36178676 A290 36278676 A291 36378676 A292 36478676 A293 36578676 A294 36678676 A295 36778676 A296 36878676 A297 36978676 A298 37078676 A299 37178676 A300 37278676 A301 37378676 A302 37478676 A303 37578676 A304 37678676 A305 37778676 A306 37878676 A307 37978676 A308 38078676 A309 38178676 A310 38278676 A311 38378676 A312 38478676 A313 38578676 A314 38678676 A315 38778676 A316 38878676 A317 38978676 A318 39078676 A319 39178676 A320 39278676 A321 39378676 A322 39478676 A323 39578676 A324 39678676 A325 39778676 A326 39878676 A327 39978676 A328 40078676 A329 40178676 A330 40278676 A331 40378676 A332 40478676 A333 40578676 A334 40678676 A335 40778676 A336 40878676 A337 40978676 A338 41078676 A339 41178676 A340 41278676 A341 41378676 A342 41478676 A343 41578676 A344 41678676 A345 41778676 A346 41878676 A347 41978676 A348 42078676 A349 42178676 A350 42278676 A351 42378676 A352 42478676 A353 42578676 A354 42678676 A355 42778676 A356 42878676 A357 42978676 A358 43078676 A359 43178676 A360 43278676 A361 43378676 A362 43478676 A363 43578676 A364 43678676 A365 43778676 A366 43878676 A367 43978676 A368 44078676 A369 44178676 A370 44278676 A371 44378676 A372 44478676 A373 44578676 A374 44678676 A375 44778676 A376 44878676 A377 44978676 A378 45078676 A379 45178676 A380 45278676 A381 45378676 A382 45478676 A383 45578676 A384 45678676 A385 45778676 A386 45878676 A387 45978676 A388 46078676 A389 46178676 A390 46278676 A391 46378676 A392 46478676 A393 46578676 A394 46678676 A395 46778676 A396 46878676 A397 46978676 A398 47078676 A399 47178676 A400 47278676 A401 47378676 A402 47478676 A403 47578676 A404 47678676 A405 47778676 A406 47878676 A407 47978676 A408 48078676 A409 48178676 A410 48278676 A411 48378676 A412 48478676 A413 48578676 A414 48678676 A415 48778676 A416 48878676 A417 48978676 A418 49078676 A419 49178676 A420 49278676 A421 49378676 A422 49478676 A423 49578676 A424 49678676 A425 49778676 A426 49878676 A427 49978676 A428 50078676 A429 50178676 A430 50278676 A431 50378676 A432 50478676 A433 50578676 A434 50678676 A435 50778676 A436 50878676 A437 50978676 A438 51078676 A439 51178676 A440 51278676 A441 51378676 A442 51478676 A443 51578676 A444 51678676 A445 51778676 A446 51878676 A447 51978676 A448 52078676 A449 52178676 A450 52278676 A451 52378676 A452 52478676 A453 52578676 A454 52678676 A455 52778676 A456 52878676 A457 52978676 A458 53078676 A459 53178676 A460 53278676 A461 53378676 A462 53478676 A463 53578676 A464 53678676 A465 53778676 A466 53878676 A467 53978676 A468 54078676 A469 54178676 A470 54278676 A471 54378676 A472 54478676 A473 54578676 A474 54678676 A475 54778676 A476 54878676 A477 54978676 A478 55078676 A479 55178676 A480 55278676 A481 55378676 A482 55478676 A483 55578676 A484 55678676 A485 55778676 A486 55878676 A487 55978676 A488 56078676 A489 56178676 A490 56278676 A491 56378676 A492 56478676 A493 56578676 A494 56678676 A495 56778676 A496 56878676 A497 56978676 A498 57078676 A499 57178676 A500 57278676 A501 57378676 A502 57478676 A503 57578676 A504 57678676 A505 57778676 A506 57878676 A507 57978676 A508 58078676 A509 58178676 A510 58278676 A511 58378676 A512 58478676 A513 58578676 A514 58678676 A515 58778676 A516 58878676 A517 58978676 A518 59078676 A519 59178676 A520 59278676 A521 59378676 A522 59478676 A523 59578676 A524 59678676 A525 59778676 A526 59878676 A527 59978676 A528 60078676 A529 60178676 A530 60278676 A531 60378676 A532 60478676 A533 60578676 A534 60678676 A535 60778676 A536 60878676 A537 60978676 A538 61078676 A539 61178676 A540 61278676 A541 61378676 A542 61478676 A543 61578676 A544 61678676 A545 61778676 A546 61878676 A547 61978676 A548 62078676 A549 62178676 A550 62278676 A551 62378676 A552 62478676 A553 62578676 A554 62678676 A555 62778676 A556 62878676 A557 62978676 A558 63078676 A559 63178676 A560 63278676 A561 63378676 A562 63478676 A563 63578676 A564 63678676 A565 63778676 A566 63878676 A567 63978676 A568 64078676 A569 64178676 A570 64278676 A571 64378676 A572 64478676 A573 64578676 A574 64678676 A575 64778676 A576 64878676 A577 64978676 A578 65078676 A579 65178676 A580 65278676 A581 65378676 A582 65478676 A583 65578676 A584 65678676 A585 65778676 A586 65878676 A587 65978676 A588 66078676 A589 66178676 A590 66278676 A591 66378676 A592 66478676 A593 66578676 A594 66678676 A595 66778676 A596 66878676 A597 66978676 A598 67078676 A599 67178676 A600 67278676 A601 67378676 A602 67478676 A603 67578676 A604 67678676 A605 67778676 A606 67878676 A607 67978676 A608 68078676 A609 68178676 A610 68278676 A611 68378676 A612 68478676 A613 68578676 A614 68678676 A615 68778676 A616 68878676 A617 68978676 A618 69078676 A619 69178676 A620 69278676 A621 69378676 A622 69478676 A623 69578676 A624 69678676 A625 69778676 A626 69878676 A627 69978676 A628 70078676 A629 70178676 A630 70278676 A631 70378676 A632 70478676 A633 70578676 A634 70678676 A635 70778676 A636 70878676 A637 70978676 A638 71078676 A639 71178676 A640 71278676 A641 71378676 A642 71478676 A643 71578676 A644 71678676 A645 71778676 A646 71878676 A647 71978676 A648 72078676 A649 72178676 A650 72278676 A651 72378676 A652 72478676 A653 72578676 A654 72678676 A655 72778676 A656 72878676 A657 72978676 A658 73078676 A659 73178676 A660 73278676 A661 73378676 A662 73478676 A663 73578676 A664 73678676 A665 73778676 A666 73878676 A667 73978676 A668 74078676 A669 74178676 A670 74278676 A671 74378676 A672 74478676 A673 74578676 A674 74678676 A675 74778676 A676 74878676 A677 74978676 A678 75078676 A679 75178676 A680 75278676 A681 75378676 A682 75478676 A683 75578676 A684 75678676 A685 75778676 A686 75878676 A687 75978676 A688 76078676 A689 76178676 A690 76278676 A691 76378676 A692 76478676 A693 76578676 A694 76678676 A695 76778676 A696 76878676 A697 76978676 A698 77078676 A699 77178676 A700 77278676 A701 77378676 A702 77478676 A703 77578676 A704 77678676 A705 77778676 A706 77878676 A707 77978676 A708 78078676 A709 78178676 A710 78278676 A711 78378676 A712 78478676 A713 78578676 A714 78678676 A715 78778676 A716 78878676 A717 78978676 A718 79078676 A719 79178676 A720 79278676 A721 79378676 A722 79478676 A723 79578676 A724 79678676 A725 79778676 A726 79878676 A727 79978676 A728 80078676 A729 80178676 A730 80278676 A731 80378676 A732 80478676 A733 80578676 A734 80678676 A735 80778676 A736 80878676 A737 80978676 A738 81078676 A739 81178676 A740 81278676 A741 81378676 A742 81478676 A743 81578676 A744 81678676 A745 81778676 A746 81878676 A747 81978676 A748 82078676 A749 82178676 A750 82278676 A751 82378676 A752 82478676 A753 82578676 A754 82678676 A755 82778676 A756 82878676 A757 82978676 A758 83078676 A759 83178676 A760 83278676 A761 83378676 A762 83478676 A763 83578676 A764 83678676 A765 83778676 A766 83878676 A767 83978676 A768 84078676 A769 84178676 A770 84278676 A771 84378676 A772 84478676 A773 84578676 A774 84678676 A775 84778676 A776 84878676 A777 84978676 A778 85078676 A779 85178676 A780 85278676 A781 85378676 A782 85478676 A783 85578676 A784 85678676 A785 85778676 A786 85878676 A787 85978676 A788 86078676 A789 86178676 A790 86278676 A791 86378676 A792 86478676 A793 86578676 A794 86678676 A795 86778676 A796 86878676 A797 86978676 A798 87078676 A799 87178676 A800 87278676 A801 87378676 A802 87478676 A803 87578676 A804 87678676 A805 87778676 A806 87878676 A807 87978676 A808 88078676 A809 88178676 A810 88278676 A811 88378676 A812 88478676 A813 88578676 A814 88678676 A815 88778676 A816 88878676 A817 88978676 A818 89078676 A819 89178676 A820 89278676 A821 89378676 A822 89478676 A823 89578	